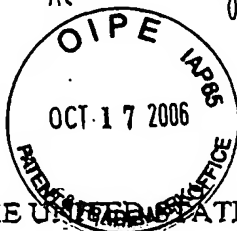


2006年 9月15日 10時36分

ACV

0669060976

NO. 8494 P. 4



IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

In re application of : Confirmation No. 5135
Auhito MOCHIDA et al. : Attorney Docket No. 2003_1798A
Serial No. 10/730,982 : Group Art Unit 1725
Filed December 10, 2003 : Examiner Lynne R. Edmondson

A METHOD OF MOUNTING A SEMICONDUCTOR
LASER COMPONENT ON A SUBMOUNT

**DECLARATION OF PRIOR INVENTION IN A WTO MEMBER
COUNTRY TO OVERCOME CITED PATENT (37 C.F.R. § 1.131)**

Commissioner for Patents
P.O. Box 1450
Alexandria, VA 22313-1450

Sir:

This declaration is to establish completion of the invention in this application, at a date prior to November 7, 2003, which is the effective date of U.S. Patent No. 6,897,410 (Ho et al.). This patent was cited by the Examiner in the Office Action of April 17, 2006.

The persons making this Declaration are six of the seven joint inventors. As is apparent from the Declaration, the non-signing inventor, i.e., Auhito Mochida, is deceased.

To establish the date of completion of the invention of this application, the following attached documents are submitted as evidence:

- 1) Japanese Patent Application No. 2001-354758 filed on November 20, 2001 (with English translation);
- 2) An order letter, dated July 2, 2003, from Matsushita Electric Industrial Co., Ltd. requesting that a U.S. patent application be prepared by Aoyama & Partners (July 2, 2003); and
- 3) A letter from Aoyama & Partners to Matsushita Electric Industrial Co., Ltd., dated November 3, 2003, accompanying a draft of the English specification.

BEST AVAILABLE COPY

2006年 9月15日 10時36分

AOYAMA 0669060976

NO. 8494 P. 5

An application directed to the invention, described and shown in the Japanese application, was diligently prepared in response to the order letter of July 2, 2003 and diligently filed in the United States on December 10, 2003.

As shown in published application no. 2003_158328, the Japanese application (2001-354758) clearly describes the invention claimed in claims 18-34 of the present application. Thus, a conception of the invention is clearly evidenced by the disclosure and drawings of the Japanese application.

From the documents accompanying this declaration, it can be seen that the invention in this application was made at least by the date of July 2, 2003, which is a date that is earlier than the effective date of the reference.

As a person signing below:

I hereby declare that all statements made herein of my own knowledge are true and that all statements made on information and belief are believed to be true; and further that these statements were made with the knowledge that willful false statements and the like so made are punishable by fine or imprisonment, or both, under Section 1001 of Title 18 of the United States Code, and that such willful false statements may jeopardize the validity of the application or any patent issued thereon.

Full name of second inventor: Hiroto Inoue

Inventor's signature: Hiroto Inoue

Date: October 6th, 2006 Country of Citizenship: Japan

Residence: Hirakata-shi, Osaka Japan

Post Office Address: 20-1-1021, Higashinakaburi 2-chome, Hirakata-shi, Osaka 573-0093 Japan

Full name of third inventor: Suguru Nakao

Inventor's signature: Suguru Nakao

Date: September 15, 2006 Country of Citizenship: Japan

Residence: Itami-shi, Hyogo, Japan

2006年 9月15日 10時37分

AOYAMA DISTRICT
0669060976

NO. 8494 P. 6

Post Office Address: 606, Sentoraru-shinitami, 1-4-1, Misuzu-cho, Itami-shi, Hyogo 661-0884
Japan

Full name of fourth inventor: Yukihiro Iwata
Inventor's signature Yukihiro Iwata
Date: September 15, 2006 Country of Citizenship: Japan
Residence: Ibaragi-shi, Osaka Japan
Post Office Address 7-9-401, Yamatedai 4-chome, Ibaragi-shi, Osaka 567-0009 Japan

Full name of fifth inventor: Akira Takamori
Inventor's signature Akira Takamori
Date: Sep. 21, 2006 Country of Citizenship: Japan
Residence: Suita-shi, Osaka Japan
Post Office Address: 35-1-406, Yamadahigashi 4-chome, Suita-shi, Osaka 565-0821 Japan

Full name of sixth inventor: Hideto Adachi
Inventor's signature Hideto Adachi
Date: Sep 29, 2006 Country of Citizenship: Japan
Residence: Okayama-shi, Okayama, Japan
Post Office Address: 338-B102, Higashikawahara, Okayama-shi, Okayama 703-8255 Japan

Full name of seventh inventor: Masatoshi Tamura
Inventor's signature Masatoshi Tamura
Date: Sep. 26, 2006 Country of Citizenship: Japan
Residence: Takatsuki-shi, Osaka, Japan
Post Office Address: 2-8, Saohimachi, Takatsuki-shi, Osaka 569-1143

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2003-158328

(43)Date of publication of application : 30.05.2003

(51)Int.Cl.

H01S 5/022

B23K 1/00

H01L 21/52

(21)Application number : 2001-354758

(71)Applicant : MATSUSHITA ELECTRIC IND CO LTD

(22)Date of filing : 20.11.2001

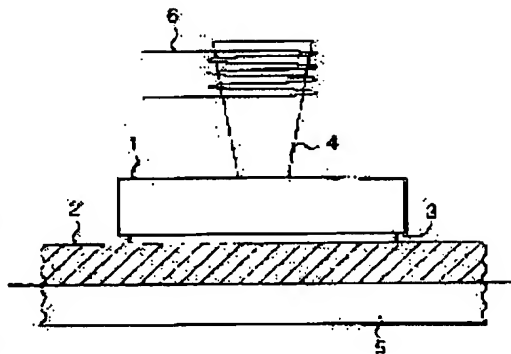
(72)Inventor : MOCHIDA TOKUICHI
INOUE HIROTO
NAKAO KATSU
IWATA YUKIHIRO
TAKAMORI AKIRA
ADACHI HIDETO
TAMURA MASATOSHI

(54) METHOD FOR PACKAGING SEMICONDUCTOR LASER

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To prevent laser characteristics from being deteriorated owing to residual stress and a semiconductor laser device from being damaged both owing to residual stress by preventing the life of the semiconductor laser device from being shortened owing to the temperature rise of the semiconductor laser device.

SOLUTION: A semiconductor laser device (1) is held on heated collet (4) to eliminate a temperature difference along the semiconductor laser device. The semiconductor laser device may be released without the heating of the collet when part of a joint member is solidified. Further, a tip end surface of the collet is more increased in its size than the semiconductor laser device to prevent the semiconductor laser device from being deformed. Furthermore, the neighbourhood of a contact portion of the collet with the semiconductor laser device may be constructed with a material having the quality of low thermal conductivity. Only the neighbourhood of a long axis side of the semiconductor laser device may be joined through a joint member. Use may be made of a joint member with material quality of a lower melting point than that of a eutectic solder.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

10.11.2004

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2003-158328

(P2003-158328A)

(43) 公開日 平成15年5月30日 (2003.5.30)

| (51) Int.Cl. | 識別記号 | F I | テレポート (参考) |
|---------------|-------|---------------|-------------------|
| H 0 1 S 5/022 | | H 0 1 S 5/022 | 5 F 0 4 7 |
| B 2 3 K 1/00 | 3 3 0 | B 2 3 K 1/00 | 3 3 0 E 5 F 0 7 3 |
| H 0 1 L 21/52 | | H 0 1 L 21/52 | H |

審査請求 未請求 請求項の数11 O L (全 13 頁)

(21) 出願番号 特願2001-354758(P2001-354758)

(22) 出願日 平成13年11月20日 (2001.11.20)

(71) 出願人 000005821

松下電器産業株式会社

大阪府門真市大字門真1006番地

(72) 発明者 持田 篤一

大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器
産業株式会社内

(72) 発明者 井ノ上 裕人

大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器
産業株式会社内

(74) 代理人 100062144

弁理士 青山 稔 (外2名)

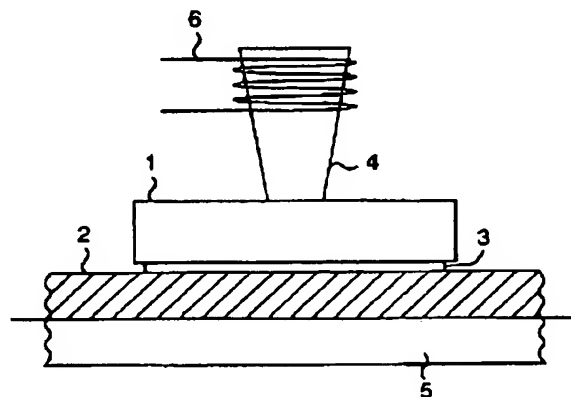
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 半導体レーザー装置の実装方法

(57) 【要約】

【課題】 半導体レーザー素子の温度上昇による寿命低下を抑制し、残留応力によるレーザー特性の劣化や半導体レーザー素子の破損を抑制する。

【解決手段】 加熱したコレット(4)で半導体レーザー素子(1)を保持して半導体レーザー素子の温度差を解消する。コレットの加熱を行わずに、接合部材の一部が凝固した時に半導体レーザー素子を解放してもよい。また、コレットの先端面を半導体レーザー素子よりも大きくし、半導体レーザー素子の反りを押え込む。また、コレットの半導体レーザー素子との接触部分近傍を熱伝導率の低い材質としてもよい。半導体レーザー素子の接合面の長軸近傍のみを接合部材で接合してもよい。共晶半田よりも融点の低い材質の接合部材を用いてもよい。



(2)

特開2003-158328

1

2

【特許請求の範囲】

【請求項1】 サブマウントを載置したテーブルによって前記サブマウント上の接合部材を加熱して溶融する一方、コレットによって半導体レーザ素子を保持して前記サブマウント上の搭載位置に押圧し、前記サブマウント上に前記半導体レーザ素子を接合して実装するにあたり、

前記テーブル及びコレットを前記接合部材の融点以上の温度まで加熱し、前記サブマウント上に載せた接合部材を溶融する一方、前記半導体レーザ素子を前記加熱したコレットによって保持して前記サブマウントに押圧し、その押圧状態を維持したまま前記テーブル及びコレットの加熱を終了させ、前記接合部材の全部が凝固した後、前記半導体レーザ素子を前記コレットから解放するようにしたことを特徴とする半導体レーザ装置の実装方法。

【請求項2】 前記テーブル及びコレットの加熱時に前記コレットを前記テーブルと同一温度まで加熱し、前記半導体レーザ素子の冷却時に前記コレットに前記テーブルと同一の温度プロファイルを与えるようにした請求項1記載の半導体レーザ装置の実装方法。

【請求項3】 前記テーブル及びコレットの加熱時に前記コレットを前記テーブルよりも高い温度に加熱し、前記半導体レーザ素子の冷却時に前記接合部材が完全に凝固するまで前記コレットを前記テーブルよりも高い温度に維持するようにした請求項1記載の半導体レーザ装置の実装方法。

【請求項4】 前記コレットによって前記半導体レーザ素子を保持する前に、前記半導体レーザ素子を前記コレットと実質的に同一の温度まで加熱するようにした請求項1記載の半導体レーザ装置の実装方法。

【請求項5】 サブマウントを載置したテーブルによって前記サブマウント上の接合部材を加熱して溶融する一方、コレットによって半導体レーザ素子を保持して前記サブマウント上の搭載位置に押圧し、前記サブマウント上に前記半導体レーザ素子を接合して実装するにあたり、

前記接合部材の一部が凝固した時に前記半導体レーザ素子を前記コレットから解放するようにしたことを特徴とする半導体レーザ装置の実装方法。

【請求項6】 前記接合部材として融点の異なる複数の材質で構成してなる接合部材を用いるようにした請求項5記載の半導体レーザ装置の実装方法。

【請求項7】 前記コレットによる前記半導体レーザ素子の押圧中に、強制空冷によって前記接合部材の一部を凝固させるようにした請求項5記載の半導体レーザ装置の実装方法。

【請求項8】 サブマウントを載置したテーブルによって前記サブマウント上の接合部材を加熱して溶融する一方、コレットによって半導体レーザ素子を保持して前記サブマウント上の搭載位置に押圧し、前記サブマウント

上に前記半導体レーザ素子を接合して実装するにあたり、

前記コレットによって前記半導体レーザ素子を保持する時にコレットの半導体レーザ素子と接触する面部分の面積が前記半導体レーザ素子のコレットと接触される面部分の面積よりも大きいコレットを用い、前記半導体レーザ素子の接触される面部分を前記コレットの接触する面部分に内包されるようにしたことを特徴とする半導体レーザ装置の実装方法。

10 【請求項9】 サブマウントを載置したテーブルによって前記サブマウント上の接合部材を加熱して溶融する一方、コレットによって半導体レーザ素子を保持して前記サブマウント上の搭載位置に押圧し、前記サブマウント上に前記半導体レーザ素子を接合して実装するにあたり、

前記コレットによって前記半導体レーザ素子を保持する時に、コレットの半導体レーザ素子と接触する面部分のうち、前記半導体レーザ素子との接触部分近傍が熱伝導率の低い材質からなるコレットを用いるようにしたことを特徴とする半導体レーザ装置の実装方法。

20 【請求項10】 サブマウントを載置したテーブルによって前記サブマウント上の接合部材を加熱して溶融する一方、コレットによって半導体レーザ素子を保持して前記サブマウント上の搭載位置に押圧し、前記サブマウント上に前記半導体レーザ素子を接合して実装するにあたり、

前記半導体レーザ素子の接合面のうち、その長軸近傍を前記接合部材で接合し、残部に低接合性の伝熱部材を介在させるようにしたことを特徴とする半導体レーザ装置の実装方法。

30 【請求項11】 サブマウントを載置したテーブルによって前記サブマウント上の接合部材を加熱して溶融する一方、コレットによって半導体レーザ素子を保持して前記サブマウント上の搭載位置に押圧し、前記サブマウント上に前記半導体レーザ素子を接合して実装するにあたり、

共晶半田よりも融点の低い材質の接合部材を用いるようにしたことを特徴とする半導体レーザ装置の実装方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】この発明は、半導体レーザ素子を実装してなる半導体レーザ装置の実装方法に関するものである。

【0002】

【従来の技術】半導体レーザ素子を光通信、光ディスク、レーザ、ビームプリンタ等のシステムに使用する場合、その用途に適合したパッケージ化が行われる。このパッケージ化においては半導体レーザ素子をパッケージ内の所定部品、例えば金属ブロックや円形ステム等と直接接続する方法があるが、この直接接続法では作製され

(3)

特開2003-158328

3

4

る構造が簡単である反面、半導体レーザ素子の放熱特性が悪いことによる温度上昇及び熱膨張率の違いによる接合面での応力が発生し、これらが原因となって半導体レーザ素子の寿命が低下してしまう。そのため、近年の高出力化された半導体レーザ素子では直接接続法の使用が困難になってきている。

【0003】このような問題を解消するために、熱伝導性及び加工性に優れ、且つ半導体レーザ素子と熱膨張率の近いSiCなどからなるサブマウントに半導体レーザ素子を実装し、この半導体レーザ装置をパッケージに接

続する方法があり、近年では優れた放熱特性の得られるサブマウントを用いた接続方法が主流となってきている。

【0004】以下、従来の半導体レーザ装置の実装方法について説明する。図6は半導体レーザ装置の実装工程を示し、1は半導体レーザ素子、2はサブマウント、3は接合部材、4はコレット、5はテーブルである。

【0005】半導体レーザ素子を実装する場合、まず図6の(a)に示すように、加熱用のテーブル5上にサブマウント2を載置し、サブマウント2上の接合部材3が溶融する温度以上になるまでサブマウント2を加熱する。その間に、コレット4には真空吸着等によって半導体レーザ素子1を保持し、サブマウント2の搭載位置上へ移動させる。接合部材3が溶融すると、同図の(b)に示すように、半導体レーザ素子1を保持したコレット4を降下させ、半導体レーザ素子1をサブマウント2の接合部材3上に搭載し、その状態のまま冷却する。その際、接合部材3による半導体レーザ素子1とサブマウント2との間の接合面積を十分に確保し、且つ接合部材3の厚さを極力薄くして伝熱特性を良くするために、コレット4によって半導体レーザ素子1をサブマウント2に押圧する。接合部材3が完全に凝固すると、同図の(c)に示すように、半導体レーザ素子1をコレット4から解放してコレット4を上昇させると、半導体レーザ素子1をサブマウント2上に実装することができる。

【0006】以上のようなサブマウントを用いた接続方法により、半導体レーザ素子の高出力化が可能となったが、更なる高出力化の要請に伴い、サブマウントの大型化と、接合部材3による半導体レーザ素子1とサブマウント2との間の接合面積の大型化が行われる傾向にある。

【0007】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、半導体レーザ素子の高出力化に伴うサブマウント2の大型化及び接合面積の大型化により以下のような問題が生じてきた。

【0008】物体は温度によってその体積が変化し、その変化率（熱膨張係数）は物質によって異なる。そのため、異なる物質を加熱して接合する場合、接合部が完全に凝固してから常温に戻るまでの間に温度差があるの

で、接合部分には熱膨張係数の差による剪断力が発生し、この剪断力に起因して物体に残留応力が生じる。また、この残留応力は物体の寸法、形状或いは材質によって変化し、半導体レーザ素子1に生じる残留応力は以下に説明する理由によりサブマウント2が大型化することにより増大する。

【0009】図7はサブマウント2の寸法の違いによって残留応力に差異が生じることを示す概念図であり、同図の(a-1)及び(a-2)はサブマウント2が小さい場合の概観図及び応力発生状況の概念図、同図の(b-1)及び(b-2)はサブマウント2が大きい場合の概観図及び応力発生状況の概念図である。半導体レーザ素子1の熱膨張係数の方が大きい場合、相対的に半導体レーザ素子1には接合面積を小さくする方向に力が働き、サブマウント2には接合面積を保持しようとする方向に力が働く。サブマウント2が小さい場合、接合面積を保持しようとする力は図7の(a-2)に示されるように接合面下のサブマウント2が圧縮された時に生じる剪断力である。それに対し、サブマウント2が大きい場合には接合面積を保持しようとする力は図7の(b-2)に示されるように接合面下のサブマウント2が圧縮された時に生じる剪断力と、この剪断力が生じるサブマウント2の周囲のサブマウント2が引張られた時に生じる剪断力である。

【0010】半導体レーザ素子1がサブマウント2と同じ大きさの場合、サブマウント2が圧縮された時に生じる剪断力は同じなので、サブマウント2が大きい場合の方が引張りによって生じる剪断力の分だけ接合面積を保持しようとする力が強くなり、この剪断力はサブマウント2が大きいほど強い。そのため、サブマウント2が大きいほど半導体レーザ素子1に与える剪断力が強くなる。その結果、半導体レーザ素子1に生じる残留応力はサブマウント2が大型化することにより増大する。半導体レーザ素子1の熱膨張係数の方が小さい場合も同様である。

【0011】また、伝熱特性をよくするために接合部材3を介しての半導体レーザ素子1とサブマウント2との間の接合面積を広くとると、以下に説明する理由により半導体レーザ素子1の残留応力は増大する。即ち、異なる物質が接合した状態で冷却されると、接合面での収縮は中心部を基準に起こる。そのため、中心部から離れた所ほど異なる物質間の収縮量の差は大きくなり、それに伴って剪断力も大きくなる。接合面積が広くなると、中心部から離れた場所が接合されることになるので、面積比以上に剪断力が大きくなる。その結果、この剪断力により物体に生じる残留応力は増大する。

【0012】さらに、接合部材3を介しての半導体レーザ素子1とサブマウント2との間の接合面積を十分に確保し、且つ接合部材3の厚さを極力薄くして伝熱特性を良くするために、コレット4によって半導体レーザ素子1を押圧しているが、押圧によって半導体レーザ素子1

50

(4)

特開2003-158328

5

及びサブマウント2は応力が発生した状態で接合されるので、コレット4の押圧を解放した後にも半導体レーザー素子1には押圧による応力が残る。この時、接触面積が大きくなると、接合部材3の流動抵抗が大きくなるので、押圧に要する力も増大する。そのため、押圧により半導体レーザー素子1に残る応力は接触面積の大型化に伴い増大する。

【0013】また、半導体レーザー装置では加熱接合をしているので、半導体レーザー素子1の接合面近傍及びサブマウント2は高温となるが、通常はコレット4を加熱していないので、半導体レーザー素子1のコレット4との接触面近傍及びコレット4は低温のままである。そのため、実装時に半導体レーザー素子1内には100°C以上の温度差が発生し、高温部は熱膨張により膨張する。その結果、半導体レーザー素子1には図8の(a)に示されるように反りが発生する。その後、冷却プロセスにおいて半導体レーザー装置を冷却すると、半導体レーザー素子1は最終的に均一の温度に冷却されるので、図8の(b)に示されるように反りのない元の平坦な形状に戻ろうとする。しかしながら、接合部材3は図8の(a)に示されるように反った状態で凝固しているので、半導体レーザー素子1が冷却により元の形状に戻ろうとするのを妨げ、残留応力が接合部分近傍に発生する。

【0014】また、半導体レーザー装置ではその放熱特性をよくするために半導体レーザー素子1の発光領域の近傍にサブマウント2が接合されている。そのため、発光領域は半導体レーザー素子1の中でも残留応力が高い領域に存在する。

【0015】さらに、近年の半導体レーザー装置では半導体レーザー素子1の高出力化だけでなく、装置の小型化及び集積化も進んできている。そのため、従来の半導体レーザー装置では半導体レーザー素子1の緩衝材及び放熱部材としてのみ用いられてきたサブマウント2も、それ以外の機能を持たせる必要が出てきた。その結果、サブマウント2の材質が自由に選べなくなり、サブマウント2本来の機能を十分に果せなくなっている。

【0016】一般に、半導体レーザー素子1は発光領域に100MPa以上の応力が加わった状態で電流注入すると、結晶転位が起こり、レーザー特性の劣化或いは半導体レーザー素子1の破損が起こるおそれがあり、この現象は発光領域の一部でも100MPa以上の応力が加わると起こる。また、近年の半導体レーザー素子1の高出力化に伴い、発光領域における残留応力は増大し、電流注入時のレーザー特性の劣化或いは半導体レーザー素子1の破損が懸念されるようになってきた。

【0017】

【発明が解決しようとする課題】以上説明したように、半導体レーザー素子1の残留応力は複数の異なる要因によって局所的に生じており、その応力の分布は半導体レーザー素子1、サブマウント2、コレット4の寸法や形状あ

6

るいはコレット4の押圧力等の種々な条件によって変化するので、半導体レーザー素子1の巨視的な変形（反り）と残留応力との間には相関関係がなく、要因の特定が非常に困難であった。

【0018】本発明は上記のような課題を解決するためになされたものであり、半導体レーザー素子の温度上昇による寿命低下を抑制しつつ、残留応力によるレーザー特性の劣化や半導体レーザー素子の破損を抑制することができるようにした半導体レーザー装置の実装方法を提供することを課題とする。

【0019】

【課題を解決するための手段】そこで、本発明に係る半導体レーザー装置の実装方法は、前記目的を達成するために、サブマウントを載置したテーブルによって前記サブマウント上の接合部材を加熱して溶融する一方、コレットによって半導体レーザー素子を保持して前記サブマウント上の搭載位置に押圧し、前記サブマウント上に前記半導体レーザー素子を接合して実装するにあたり、前記テーブル及びコレットを前記接合部材の融点以上の温度まで加熱し、前記サブマウント上に載せた接合部材を溶融する一方、前記半導体レーザー素子を前記加熱したコレットによって保持して前記サブマウントに押圧し、その押圧状態を維持したまま前記テーブル及びコレットの加熱を終了させ、前記接合部材の全部が凝固した後、前記半導体レーザー素子を前記コレットから解放するようにしたことを特徴とする。

【0020】半導体レーザー素子の反りを抑制する上で、前記テーブル及びコレットの加熱時に前記コレットを前記テーブルと同一温度まで加熱し、前記半導体レーザー素子の冷却時に前記コレットに前記テーブルと同一の温度プロファイルを与えるようにするのがよい。温度プロファイルの付与の方法は特に限定されず、例えばコレットを加熱する発熱コイルの通電を制御することにより付与することができる。

【0021】また、半導体レーザー素子の接合面近傍を低温、半導体レーザー素子のコレットとの接触面近傍を高温とすると、温度差による半導体レーザー素子の反りは従来とは逆に凸状となり、半導体レーザー素子とサブマウントとの間の熱膨張係数差及びコレットの押圧によって生じる反りは共に半導体レーザー素子の凹状の反りであり、相互に打消し合い、半導体レーザー素子1の反りによって生じる残留応力を減少させることができる。

【0022】そこで、前記テーブル及びコレットの加熱時に前記コレットを前記テーブルよりも高い温度に加熱し、前記半導体レーザー素子の冷却時に前記接合部材が完全に凝固するまで前記コレットを前記テーブルよりも高い温度に維持するようにするのが好ましい。

【0023】コレットによって保持する時に、半導体レーザー素子を例えば室温のままとしてもよいが、予め加熱しておく、半導体レーザー素子の急激な温度変化を回避

50

(5)

特開2003-158328

7

8

してレーザー特性の劣化或いは半導体レーザー素子の破損を抑制することができ、しかも実装時間を短縮することができる。

【0024】そこで、前記コレットによって前記半導体レーザー素子を保持する前に、前記半導体レーザー素子を前記コレットと実質的に同一の温度まで加熱するようにするのがよい。

【0025】また、本発明に係る半導体レーザー装置の実装方法は、前記目的を達成するために、サブマウントを載置したテーブルによって前記サブマウント上の接合部材を加熱して溶融する一方、コレットによって半導体レーザー素子を保持して前記サブマウント上の搭載位置に押圧し、前記サブマウント上に前記半導体レーザー素子を接合して実装するにあたり、前記接合部材の一部が凝固した時に前記半導体レーザー素子を前記コレットから解放するようにしたことを特徴とする。

【0026】接合部材の一部のみが凝固した時に半導体レーザー素子をコレットから解放する方法としては、具体的には接合部材として融点の異なる複数の材質で構成してなる接合部材を用いるようにすれば、融点の高い材質部分がまず凝固するので、そのときに半導体レーザー素子を解放すればよい。

【0027】また、コレットによる半導体レーザー素子の押圧中に、強制空冷によって接合部材の一部を凝固させるようにしてもよい。

【0028】また、本発明に係る半導体レーザー装置の実装方法は、前記目的を達成するために、サブマウントを載置したテーブルによって前記サブマウント上の接合部材を加熱して溶融する一方、コレットによって半導体レーザー素子を保持して前記サブマウント上の搭載位置に押圧し、前記サブマウント上に前記半導体レーザー素子を接合して実装するにあたり、前記コレットによって前記半導体レーザー素子を保持する時にコレットの半導体レーザー素子と接触する面部分の面積が前記半導体レーザー素子のコレットと接触される面部分の面積よりも大きいコレットを用い、前記半導体レーザー素子の接触される面部分を前記コレットの接触する面部分に内包されるようにしたことを特徴とする。

【0029】また、本発明に係る半導体レーザー装置の実装方法は、前記目的を達成するために、サブマウントを載置したテーブルによって前記サブマウント上の接合部材を加熱して溶融する一方、コレットによって半導体レーザー素子を保持して前記サブマウント上の搭載位置に押圧し、前記サブマウント上に前記半導体レーザー素子を接合して実装するにあたり、前記コレットによって前記半導体レーザー素子を保持する時に、コレットの半導体レーザー素子と接触する面部分のうち、前記半導体レーザー素子との接触部分近傍が熱伝導率の低い材質からなるコレットを用いるようにしたことを特徴とする。

【0030】コレットの接触部分近傍の残質は周囲のそ

れに比して熱伝導率が低い材質であれば特に限定されず、どのような材質であってもよい。

【0031】さらに、本発明に係る半導体レーザー装置の実装方法は、前記目的を達成するために、サブマウントを載置したテーブルによって前記サブマウント上の接合部材を加熱して溶融する一方、コレットによって半導体レーザー素子を保持して前記サブマウント上の搭載位置に押圧し、前記サブマウント上に前記半導体レーザー素子を接合して実装するにあたり、前記半導体レーザー素子の接合面のうち、その長軸辺近傍を前記接合部材で接合し、残部に低接合性の伝熱部材を介在させるようにしたことを特徴とする。

【0032】伝熱部材は接合部材に比して接合性が低い材料で、しかも熱伝導性のよいものであれば特に限定されず、どのような材質であってもよい。

【0033】さらにまた、本発明に係る半導体レーザー装置の実装方法は、前記目的を達成するために、サブマウントを載置したテーブルによって前記サブマウント上の接合部材を加熱して溶融する一方、コレットによって半導体レーザー素子を保持して前記サブマウント上の搭載位置に押圧し、前記サブマウント上に前記半導体レーザー素子を接合して実装するにあたり、共晶半田よりも融点の低い材質の接合部材を用いるようにしたことを特徴とする。

【0034】接合部材の材質は共晶半田よりも融点の低い材質であれば特に限定されず、どのような材質であってもよい。

【0035】

【発明の実施の形態】以下、図面を参照しつつ本発明の実施形態を説明する。

【0036】（実施の形態1）図1は本発明の実施の形態1による半導体レーザー装置の実装方法を模式的に示す。半導体レーザー装置は、発光部を備えた半導体レーザー素子1と、半導体レーザー素子1を搭載するサブマウント2と、半導体レーザー素子1とサブマウント2を接合する接合部材3とによって構成されている。

【0037】本発明の実施の形態1による方法によって半導体レーザー素子を実装する場合、加熱用のテーブル5上にサブマウント2を設置し、サブマウント2上の接合部材3が溶融する温度以上になるまでテーブル5によってサブマウント2を加熱する。他方、コレット4で半導体レーザー素子1を保持する前に、発熱コイル6によってコレット4を加熱した後、コレット4の真空吸着等によって半導体レーザー素子1を保持し、サブマウント2の搭載位置上へ移動する（図6の(a)参照）。

【0038】接合部材3が溶融すると、半導体レーザー素子1を保持したコレット4を降下させ、半導体レーザー素子1をサブマウント2の接合部材3上に搭載し、そのまま冷却する。コレット4の加熱及び冷却についてはコレット4を接合部材3の融点以上の温度まで加熱し、コレ

10

20

30

40

50

ット4の加熱をテーブル5の加熱と同時に終了させ、コレット4にテーブルと同一の温度プロファイルを持たせる。また、コレット4はテーブル5よりも高い温度に加熱し、冷却時もコレット4をテーブル5よりも高い温度に維持するようにしてもよい。

【0039】また、この時、接合部材3を介しての半導体レーザ素子1とサブマウント2との間の接合面積を十分に確保し、且つ接合部材3の厚さを極力薄くして伝熱特性をよくするために、コレット4によって押圧する

(図6の(b)参照)。接合部材3が完全に凝固すると、コレット4の真空吸着による半導体レーザ素子1の保持を解放してコレット4を上昇させると(図6の(c)参照)、半導体レーザ装置が得られる。

【0040】次に、本実施の形態1における実装方法による効果について図1及び図8を参照しつつ説明する。従来の実装方法では加熱接合を行っているが、コレット4は加熱していないので、半導体レーザ素子1内には100°C以上の温度差が発生する。その結果、半導体レーザ素子1は図8の(a)に示されるように凹状に反る。その後、冷却プロセスにおいて半導体レーザ装置が冷却されると、半導体レーザ素子1は図8の(b)に示されるように反りのない平坦な形状に戻ろうとする。しかしながら、接合部材3は図8の(a)に示されるように凹状に反った状態で凝固しているため、半導体レーザ素子1が冷却により元の形状に戻ろうとするのを妨げ、残留応力が接合部分近傍に発生する。

【0041】また、接合部材3が完全に凝固してから常温に戻るまでの間の温度差と熱膨張係数の差とに起因する残留応力も接合部分近傍に発生する。一般的には半導体レーザ素子1の方がサブマウント2よりも熱膨張係数が大きいので、半導体レーザ素子1は凹状に反ろうとし、その動きを妨げるために残留応力が接合部分近傍に発生する。

【0042】さらに、半導体レーザ素子1からサブマウント2への伝熱特性を良くするために、半導体レーザ素子1をコレット4によって押圧することにより接合部材3の接合面積を十分に確保し、且つ厚さを極力薄くしている。一般的にコレット4は半導体レーザ素子1の中央を押圧しているため、半導体レーザ素子1は凹状に反る。そのため、半導体レーザ素子1及びサブマウント2は押圧によって応力が発生した状態で接合され、コレット4の押圧を解放した後も半導体レーザ素子1には押圧による応力が残る。

【0043】上記三つの要因による半導体レーザ素子1に起こる反りはすべて同一方向であるため、これらの要因が重なると残留応力は打消し合うことなく倍加する。また、これら残留応力は半導体レーザ素子1の高出力化に伴うサブマウント2の大型化及び接合面積の大型化に伴って増大する傾向にある。さらに、半導体レーザ素子1は放熱特性を良くするためにその発光領域の近傍にサ

ブマウント2が接合されており、半導体レーザ素子1内に発生する残留応力もサブマウント2との接合面付近に集中している。そのため、発光領域における残留応力が高くなる。

【0044】一般に、半導体レーザ素子1は発光領域に100MPa以上の応力が加わった状態で電流注入すると、結晶転位が起こり、レーザ特性の劣化或いは半導体レーザ素子1の破損が起こるおそれがある。従来の半導体レーザ素子1では残留応力が小さかったため、結晶転位による半導体レーザ素子1の破損は起きなかったが、近年の高出力化に伴う残留応力の増加により、結晶転位による半導体レーザ素子1の破損が起こるようになってきた。

【0045】これに対し、本実施の形態では、半導体レーザ素子1の残留応力を減少させるために、図1に示すようにコレット4によって半導体レーザ素子1を保持する前に発熱コイル6によってコレット4を接合部材3の融点以上まで加熱し、且つ冷却時にテーブル5及びコレット4の加熱を同時に終了させている。コレット4をテーブル5と同じ温度まで加熱し、且つ冷却時にはコレット4とテーブル5とを同じ温度プロファイルでもって冷却すると、実装時の半導体レーザ素子1内の温度差は小さく、ほぼ均一な温度分布となり、半導体レーザ素子1内の温度差による反りは発生しなくなる。そのため、残留応力発生の原因の一つとなっている半導体レーザ素子1内の温度差による残留応力は発生しなくなり、半導体レーザ素子1の残留応力を減少させることができるので、レーザ特性の劣化或いは半導体レーザ素子の破損を抑制することができる。

【0046】また、コレット4はテーブル5よりも高い温度に加熱し、冷却時もコレット4はテーブル5よりも高い温度に維持すると、実装時の半導体レーザ素子1内の温度分布は従来の方法による実装の場合とは逆に半導体レーザ素子1の接合面近傍が低温となり、半導体レーザ素子1のコレット4との接触面近傍が高温となる。その結果、半導体レーザ素子1内の温度差による反りは従来とは逆に凸状となる。半導体レーザ素子1とサブマウント2との間の熱膨張係数差及びコレット4の押圧によって生じる反りは共に半導体レーザ素子1の凹状の反りであるため、半導体レーザ素子1内の温度差による反りが他の二つの要因による反りを打消し合い、半導体レーザ素子1の反りによって生じる残留応力を減少させることができるので、レーザ特性の劣化或いは半導体レーザ素子の破損を抑制することができる。なお、コレット4の加熱温度の最適値は半導体レーザ素子1、サブマウント2及び接合部材3の材質及び寸法により決定される。

【0047】さらに、コレット4に真空吸着させる前に、半導体レーザ素子1をコレット4と同じ温度まで加熱することにより、真空吸着時及び実装時における半導体レーザ素子1の急激な温度変化を回避することができ

(7)

特開2003-158328

11

る。そのため、半導体レーザー素子1の急激な温度変化によるレーザー特性の劣化或いは半導体レーザー素子の破損を抑制することができ、しかも実装時間を短縮することができる。

【0048】なお、上記実施の形態においてコレット4の加熱に発熱コイル6を用いているが、それ以外の方法でコレット4を加熱してもよい。

【0049】（実施の形態2）図2は本発明の実施の形態2を示す側面図である。半導体レーザー装置の構成については実施の形態1と、基本的な実装方法については従来の実装方法の場合と同様である。本実施の形態2が実施の形態1と異なるのは、実施の形態1では半導体レーザー素子1の残留応力を減少させるためにコレット4によって半導体レーザー素子1を保持する前に、コレット4を接合部材3の融点以上まで加熱し、且つ冷却時にテーブル5及びコレット4の加熱を同時に終了させているのに対し、本実施の形態2では冷却時に、接合部材3の一部が凝固した状態で半導体レーザー素子1をコレット4から解放させる点である。

【0050】次に、本実施の形態2における実装方法の効果について図2を用いて説明する。半導体レーザー素子1の残留応力は半導体レーザー素子1内の温度差、半導体レーザー素子1とサブマウント2との間の熱膨張係数差、コレット4による押圧の三つの要因により生じているが、半導体レーザー素子1内の温度差及びコレット4の押圧による残留応力はコレット4が半導体レーザー素子1に接触している状態において接合部材3が凝固することにより発生している。つまり、接合部材3が凝固する前にコレット4を半導体レーザー素子1から解放すれば、上記二つの要因による残留応力の発生を抑制することができる。しかしながら、接合部材3が凝固する前にコレット4を半導体レーザー素子1から解放すると、半導体レーザー素子1が所定の位置から動いてしまい所望の機能を有する半導体レーザー装置を製造することができなくなる。

【0051】そこで、接合部材3の一部が凝固した状態でコレット4を半導体レーザー素子1から解放するようにすると、接合部材3の一部が凝固しているためコレット4の解放時に半導体レーザー素子1が所定の位置から動くことがなく、しかも接合部材3の大部分が溶融した状態でコレット4を半導体レーザー素子1から解放するので、図2の(a)に示されるようにコレット4の押圧によって半導体レーザー素子1が反っている状態においてコレット4を半導体レーザー素子1から解放することにより、図2の(b)に示されるように半導体レーザー素子1の反りがなくなって元の平坦な状態に戻り、半導体レーザー素子1の反りのない状態で接合部材3が完全に凝固する。そのため、上記二つの要因による残留応力は発生しなくなり、半導体レーザー素子1の残留応力を減少させることができるので、レーザー特性の劣化或いは半導体レーザー素子の破損を抑制することが出来る。

12

【0052】本実施の形態2において接合部材3の一部を凝固させる方法として、図2に示されるように融点の異なる2種類の材質31、32を組合せた接合部材3を用いる方法がある。融点の異なる材質31、32を用いることにより、半導体レーザー装置の冷却時に接合部材3のうち、先ず融点の高い材質部分31が凝固し、さらに冷却が進むと今度は融点の低い材質部分32が凝固する。このため、融点の高い材質部分31と低い材質部分32との間には凝固に時間差が生じるので、接合部材3の一部が凝固した状態でコレット4を半導体レーザー素子1から解放することができる。

【0053】前記接合部材3の融点の高い材質部分31は半導体レーザー素子1及びサブマウント2と接していない接合部材3の外周部の一部に用いるのが効果的である。その理由を以下に説明する。一般的に、固体及びその集合体が外部の流体に放熱する場合、熱は固体及びその集合体の外部表面より放出されるため、中心部が最も温度が高く外部表面に近づくに従い温度は低くなっていく。つまり、接合部材3においては半導体レーザー素子1及びサブマウント2と接していない接合部材3の外周部が最も温度が低い個所となる。温度の低い個所に融点の高い材質部分31を配置することにより、融点の高い材質部分31が凝固してから融点の低い材質部分32が凝固するまでの時間を長くとれるので、本実施の形態2における工程を行いやすくすることができる。

【0054】また、本実施の形態2において接合部材3の一部を凝固させる別の方法として、コレット4による押圧時に強制空冷によって接合部材3の一部を凝固させる方法がある。半導体レーザー装置の冷却時に冷却ファン等を用いた強制空冷を行うことにより、半導体レーザー装置の外表面近傍の温度が内部に比して著しく降下し、接合部材3の一部を凝固させることができる。そのため、接合部材3の一部が凝固した状態でコレット4を半導体レーザー素子1から解放することができる。

【0055】なお、上記実施の形態2において接合部材3を融点の異なる2種類の材質で構成しているが、融点の異なる2種類以上の材質で構成していてもよい。

【0056】（実施の形態3）図3は本発明の実施の形態3を示す側面図である。半導体レーザー装置の構成については実施の形態1と、基本的な実装方法については従来の実装方法と同様である。本実施の形態が上記実施の形態1、2と異なるのは、コレット4の半導体レーザー素子1と接触する面部分の面積を半導体レーザー素子1のコレット4と接触される面部分の面積よりも大きくし、コレット4が半導体レーザー素子1を真空吸着した時に半導体レーザー素子1の接触面がコレット4の接触する面部分に内包されるようにした点にある。

【0057】次に、本実施の形態3における実装方法の効果について図3を用いて説明する。半導体レーザー素子

10

20

30

40

50

(8)

特開2003-158328

13

1に残留応力は発生する要因の一つに、コレット4による押圧がある。一般的にコレット4は半導体レーザ素子1の中央を押圧しているので、半導体レーザ素子1は凹状に反る。そのため、半導体レーザ素子1及びサブマウント2はコレット4の押圧によって応力が発生した状態で接合され、コレット4の押圧を解放した後も半導体レーザ素子1には押圧による応力が残る。

【0058】コレット4の半導体レーザ素子1と接触させるべき面部分の面積が小さい場合、図3の(a)に示されるように押圧時に半導体レーザ素子1に加わる圧力が高くなり、しかもコレット4の接触する面部分の大きさが小さいので、半導体レーザ素子1が反るのを押さえ込む働きが弱い。そのため、半導体レーザ素子1の反りは大きくなり、残留応力は増大する。

【0059】これに対し、コレット4の半導体レーザ素子1と接触する面部分の面積が大きくなると、コレット4によって同じ荷重をかけても、半導体レーザ素子1に加わる単位面積あたりの圧力は低くなり、しかもコレット4の接触する面部分が大きいので、半導体レーザ素子1が反るのを押さえ込む働きが強くなる。その結果、半導体レーザ素子1の反りは小さくなり、残留応力は減少する。この傾向はコレット4の接触する面部分が大きくなるに従い強くなり、半導体レーザ素子1のコレット4と接触面がコレット4の半導体レーザ素子1と接触する面部分の面積と等しくなったとき最大となる。上記理由により、半導体レーザ素子1の残留応力を減少させることができるので、レーザ特性の劣化或いは半導体レーザ素子の破損を抑制することができる。

【0060】また、本実施の形態3において、コレット4が図3の(b)に示されるように半導体レーザ素子1を真空吸着した時に半導体レーザ素子1の接触される面部分がコレット4の接触する面部分に内包されているとしたのは次の理由による。即ち、コレット4と半導体レーザ素子1との間の接触位置は実装装置の精度にもよるが常に同じではなく、実装毎にズレが生じるので、ズレが生じた際にも半導体レーザ素子1の接触面の全てがコレット4の半導体レーザ素子1との接触面に接するようにするためである。

【0061】(実施の形態4)図4は本発明の実施の形態4を示す側面図及びその高さ方向における温度分布を示す図である。半導体レーザ装置の構成は実施の形態1と、基本的な実装方法は従来の実装方法と同様である。本実施の形態4が上記実施の形態1、2、3と異なるのは、コレット4の半導体レーザ素子1との接触部分近傍に熱伝導率の低い材質を使用している点である。

【0062】次に、本実施の形態における実装方法の効果について図4を用いて説明する。半導体レーザ素子1に残留応力が発生する要因の一つに、半導体レーザ素子1内における温度差がある。半導体レーザ素子1内の温度差によって残留応力が発生する原因は、半導体レーザ

14

装置の実装時に加熱されて高温となった半導体レーザ素子1内の熱が温度の低いコレット4に移動するために、図4の特性(a)に示されるように半導体レーザ素子1内に温度差が生じ、反りが発生することである。つまり、半導体レーザ素子1内の熱がコレット4に向けて移動するのを防ぐことで、図4の特性(b)に示されるように半導体レーザ素子1内の温度はほぼ均一となり、半導体レーザ素子1の残留応力を減少させることができる。

【0063】そのため、実施の形態1ではコレット4を加熱することにより、半導体レーザ素子1内の熱がコレット4に移動するのを防ぎ、半導体レーザ素子1内の温度を均一に保っている。これに対し、本実施の形態4ではコレット4が半導体レーザ素子1との接触部分近傍に低熱伝導率の材質を使用することにより、半導体レーザ素子1内の熱がコレット4に移動するのを防ぎ、半導体レーザ素子1内の温度を均一に保っている。上記理由により、半導体レーザ素子1の残留応力を減少させることができるので、レーザ特性の劣化、或いは半導体レーザ素子の破損を抑制することができる。

【0064】(実施の形態5)図5は本発明の実施の形態5を示す斜視図である。半導体レーザ装置の構成は実施の形態1と、基本的な実装方法は従来の実装方法と同様である。本実施の形態5が上記他の実施の形態と異なるのは、半導体レーザ素子1の接合面においてその長軸近傍にのみ接合部材3を使用し、残部、即ち左右の接合部材3の間には低接合性の伝熱部材7を介在させている点である。

【0065】次に、本実施の形態5における実装方法の効果について図5を用いて説明する。一般に、半導体レーザ素子1は放熱特性をよくするために、半導体レーザ素子1の発光領域をサブマウント2との接合面近傍の中央長軸方向に配置している。また、残留応力は半導体レーザ素子1内の温度差、半導体レーザ素子1とサブマウント2との熱膨張係数差、コレット4による押圧の三つの要因により生じているが、上記三要因とも残留応力は接合部材3が凝固することにより生じるので、半導体レーザ素子1に発生する残留応力はサブマウント2との接合部を中心に発生する。つまり、半導体レーザ素子1の発光領域は半導体レーザ素子1の中でも残留応力の高い位置に配置されている。

【0066】一般に、半導体レーザ素子1は発光領域に100MPa以上の応力が加わった状態で電流注入すると、結晶転位が起こり、レーザ特性の劣化或いは半導体レーザ素子1の破損が起こるおそれがある。従って、残留応力による半導体レーザ素子1の破損を防ぐためには、サブマウント2との接合部分を発光領域から離す方法が有効であるが、発光領域を接合部から離すと放熱能力が低下し、今度は熱による破損を起こすようになる。

【0067】半導体レーザ素子1とサブマウント2の間に介在させる接合部材3を放熱能力の観点から見ると、

15

接合面は発光領域の近傍に配置し且つ接合面積を可能な限り広く取る必要があるが、結合強さの観点から見ると半導体レーザ素子1をサブマウント2に取り付ける能力があればよいので、必ずしも半導体レーザ素子1とサブマウント2とが接触する領域の全てに接合力の強い接合部材3を使用する必要はない。

【0068】そこで、放熱能力を損なうことなく発光領域の残留応力を低減する方法として、図5に示されるようにサブマウント2との接合面のうち、発光領域から最も離れた接合面の長軸辺近傍を本来の接合部とし、その部分にのみ接合部材3を用いる一方、接合面において接合部材3が使用されていない部位には低接合性の伝熱部材7を介在させる方法がある。半導体レーザ素子1をサブマウント2に取付ける接合力を必要最低限の接合部材3によって確保し、残留応力の発生個所となる接合部を接合面内で発光領域から最も離れた接合面の長軸辺近傍に配置することにより、発光領域での残留応力を低減することができる。

【0069】また、接合面の長軸辺近傍に接合部材3を用いただけでは放熱能力が不足するので、接合面において接合部材3以外の部位には伝熱部材7を介在させることにより、必要な放熱能力を得ることができる。

【0070】上記の理由により、半導体レーザ素子1の放熱能力を損なうことなく発光領域の残留応力を低減させることができるので、レーザ特性の劣化、或いは半導体レーザ素子の破損を抑制することが出来る。

【0071】なお、上記実施の形態に於いて接合部材3は接合面の長軸辺全体に配置されていたが、長軸辺の一部に配置されていてもよい。

【0072】（実施の形態6）次に、本発明の実施の形態6について説明する。半導体レーザ装置の構成は実施の形態1と、基本的な実装方法は従来の実装方法と同様である。本実施の形態6が上記他の実施の形態と異なるのは、接合部材3に共晶半田よりも融点の低い材質を使用している点である。

【0073】次に、本実施の形態6における実装方法の効果について説明する。半導体レーザ素子1に発生する残留応力は半導体レーザ素子1内における温度差、半導体レーザ素子1とサブマウント2との間の熱膨張係数の差、コレット4による押圧の三つの要因により生じているが、上記三要因のうち、半導体レーザ素子1内の温度差、半導体レーザ素子1とサブマウント2との熱膨張係数差の二つの要因については残留応力の大きさは接合部材3が凝固してから常温に戻るまでの温度差によって左右される。以下に、その理由を説明する。

【0074】半導体レーザ素子1内の温度差による残留応力は以下のメカニズムにより生じる。実装時の加熱により半導体レーザ素子1の接合面近傍及びサブマウント2は高温となるが、コレット4は加熱しないために半導体レーザ素子1のコレット4との接触面近傍及びコレッ

(9)

特開2003-158328

16

ト4は低温となるため、実装時に半導体レーザ素子1内には温度差が発生し、半導体レーザ素子1は凹状に反る。この状態で接合部材3が凝固し常温まで冷却されると、半導体レーザ素子1は反りのない元の平坦な形状に戻ろうとする力が働き、その力が残留応力となって残る。そのため、接合部が凝固する温度が低くなると、接合時の半導体レーザ素子1の反りは小さくなり、残留応力も低くなる。

【0075】また、半導体レーザ素子1とサブマウント2との間の熱膨張係数の差による残留応力は以下のメカニズムにより生じる。接合部材3が完全に凝固してから常温に戻るまでの温度差と熱膨張の係数の差による残留応力が接合部分近傍に発生する。一般的には半導体レーザ素子1の熱膨張係数の方がサブマウント2のそれよりも大きいので、半導体レーザ素子1は凹状に反ろうとし、その動きを妨げるために残留応力が接合部分近傍に発生する。そのため、接合部材3が凝固する温度が低くなると、接合時の半導体レーザ素子1の反りは小さくなり、残留応力も低くなる。

【0076】一般的に、半導体レーザ装置の接合部材3には共晶半田が用いられている。そのため、接合部材3に共晶半田よりも融点の低い材質を使用することにより、半導体レーザ素子1の残留応力を減少させることができるので、レーザ特性の劣化或いは半導体レーザ素子の破損を抑制することができる。

【0077】なお、上記実施の形態において示した各部の具体的な形状及び構造は、本発明を実施するに当たっての具体化の一例を示したに過ぎず、これらによって本発明の技術的範囲が限定的に解釈されることがあってはならないものである。

【0078】

【発明の効果】本発明は、以上説明したような形態で実施され、以下に記載されるような効果を奏する。加熱用のテーブル上にサブマウントを設置し、テーブルおよびコレットを接合部材の融点以上まで加熱し、半導体レーザ素子をコレットに真空吸着し、コレットにより保持されている半導体レーザ素子をサブマウントの搭載位置へ移動してコレットにより半導体レーザ素子をサブマウントに押圧し、コレットによる押圧を保持したままテーブルおよびコレットの加熱を終了して半導体レーザ装置を冷却させ、接合部材が完全に凝固してから半導体レーザ素子をコレットから解放することにより、半導体レーザ素子内の温度差による残留応力を減少させることができるので、レーザ特性の劣化、或いは半導体レーザ素子の破損を抑制することができる。

【0079】また、上記一連の実装方法において、コレットをテーブルと同じ温度まで加熱し、且つ半導体レーザ素子の冷却時に、コレットにテーブルと同じ温度プロファイルを持たせることにより、半導体レーザ素子内の温度差による残留応力は発生しなくなるので、レーザ特

(10)

特開2003-158328

17

性の劣化或いは半導体レーザー素子の破損を抑制することができる。

【0080】また、上記一連の実装方法において、コレットをテーブルよりも高い温度に加熱し、且つ半導体レーザー素子の冷却時に、接合部材が完全に凝固するまでコレットをテーブルよりも高い温度に維持することにより、半導体レーザー素子内の温度差による残留応力と半導体レーザー素子とサブマウントとの熱膨張係数差による残留応力が互いに打消し合うので、レーザー特性の劣化、或いは半導体レーザー素子の破損を抑制することができる。

【0081】また、上記一連の実装方法において、半導体レーザー素子がコレットに真空吸着される前に半導体レーザー素子をコレットと同じ温度まで加熱することにより、急激な温度変化によるレーザー特性の劣化、或いは半導体レーザー素子の破損を抑制し、且つ実装時間を短縮することができる。

【0082】また、加熱用のテーブル上にサブマウントを設置し、テーブルを接合部材の融点以上まで加熱し、半導体レーザー素子をコレットに真空吸着し、コレットにより保持されている半導体レーザー素子をサブマウントの搭載位置へ移動してコレットにより半導体レーザー素子をサブマウントに押圧し、コレットによる押圧を保持したままテーブルの加熱を終了して半導体レーザー装置を冷却させ、接合部材の一部が凝固した時に半導体レーザー素子をコレットから解放することにより、半導体レーザー素子内の温度差による残留応力及びコレットの押圧による残留応力を減少させることができるので、レーザー特性の劣化、或いは半導体レーザー素子の破損を抑制することができる。

【0083】また、上記一連の実装方法において、接合部材は融点の異なる複数の材質で構成することにより、接合部材の一部が凝固した状態で半導体レーザー素子をコレットから解放させることができるので、残留応力を減少させ、レーザー特性の劣化、或いは半導体レーザー素子の破損を抑制することができる。

【0084】また、上記一連の実装方法において、コレットによる押圧時に強制空冷により接合部材の一部を凝固させることにより、接合部材の一部が凝固した状態で半導体レーザー素子をコレットから解放させることができるので、残留応力を減少させ、レーザー特性の劣化或いは半導体レーザー素子の破損を抑制することができる。

【0085】また、コレットの半導体レーザー素子と接触する面部分を、半導体レーザー素子の接触される面部分よりも広くし、コレットによって半導体レーザー素子が保持された時に半導体レーザー素子の接触面がコレットの接触する面部分に内包されるようにすることにより、コレットの押圧による残留応力を減少させることができるの

18

で、レーザー特性の劣化或いは半導体レーザー素子の破損を抑制できる。

【0086】また、半導体レーザー素子との接触する面部分近傍に低熱伝導率な材質を有するコレットを使用することにより、半導体レーザー素子内の温度差による残留応力を減少させることができるので、レーザー特性の劣化、或いは半導体レーザー素子の破損を抑制することができる。

【0087】また、半導体レーザー素子の接合面の長軸辺近傍にのみ接合部材を使用し、在府には低接合性の伝熱部材を介在させることにより、半導体レーザー素子の放熱能力を損なうことなく発光領域の残留応力を低減させることができるので、レーザー特性の劣化、或いは半導体レーザー素子の破損を抑制することができる。

【0088】また、共晶半田よりも融点の低い材質の接合部材を使用することにより、半導体レーザー素子内の温度差による残留応力と半導体レーザー素子とサブマウントとの熱膨張係数差による残留応力を低減させることができるので、レーザー特性の劣化、或いは半導体レーザー素子の破損を抑制することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】 本発明の実施の形態1における半導体レーザー装置の実装方法を示す側面図。

【図2】 本発明の実施の形態2における半導体レーザー装置の実装方法を示す側面図。

【図3】 本発明の実施の形態3における半導体レーザー装置の実装方法を示す側面図。

【図4】 本発明の実施の形態4における半導体レーザー装置の実装方法を示す側面図。

【図5】 本発明の実施の形態5における半導体レーザー装置の実装方法を示す斜視図。

【図6】 半導体レーザー装置の実装工程を示す側面図。

【図7】 サブマウント寸法の違いにより残留応力に差異が生じる理由を説明するための概念図。

【図8】 コレットにより残留応力が発生する理由を説明するための概念図。

【符号の説明】

1 半導体レーザー素子

2 サブマウント

3 接合部材

31 接合部材（高融点）

32 接合部材（低融点）

4 コレット

5 テーブル

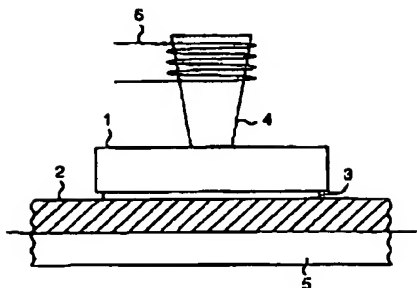
6 発熱コイル

7 伝熱部材

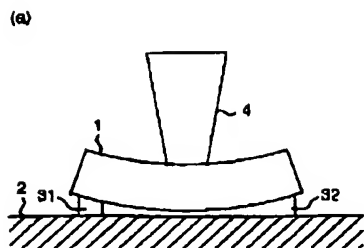
(11)

特開2003-158328

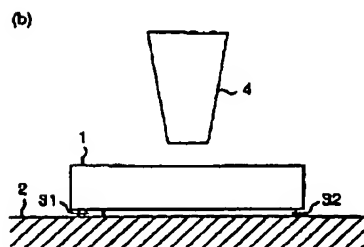
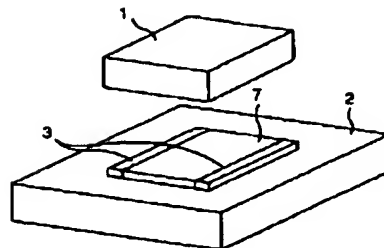
【図1】



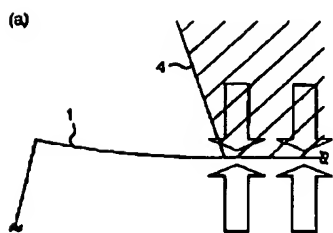
【図2】



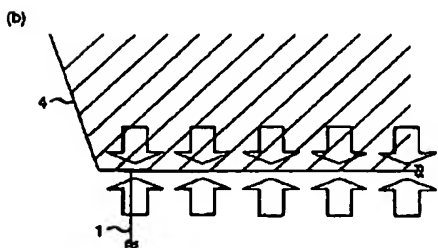
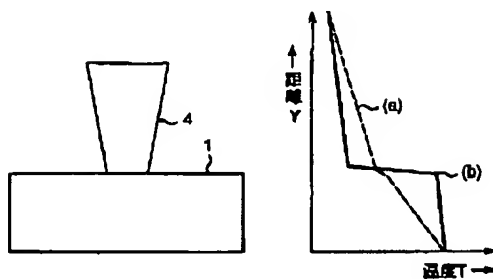
【図5】



【図3】



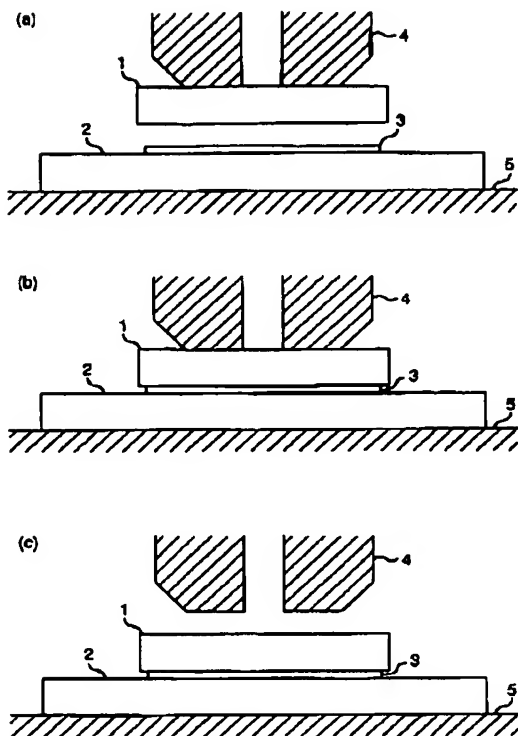
【図4】



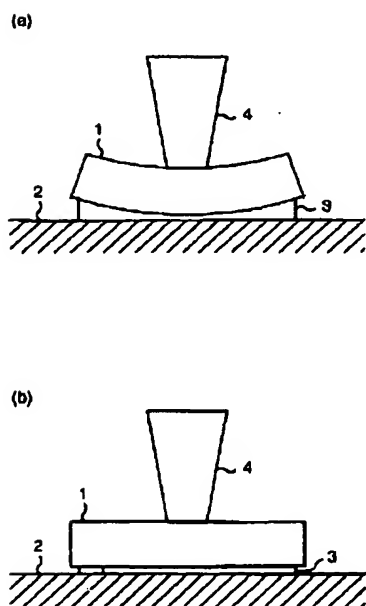
(12)

特開2003-158328

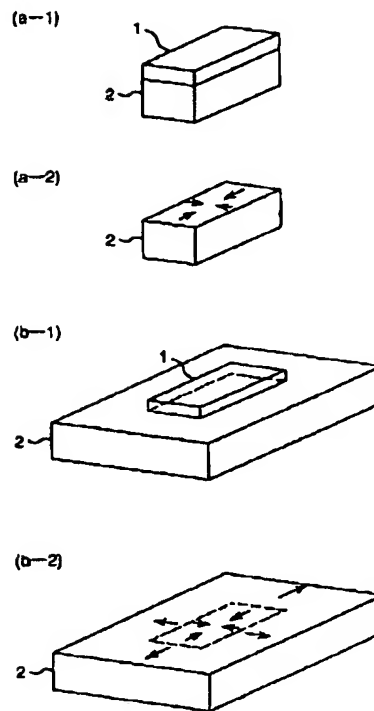
【図6】



【図8】



【図7】



(13)

特開2003-158328

フロントページの続き

(72)発明者 中尾 克
大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器
産業株式会社内
(72)発明者 岩田 進裕
大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器
産業株式会社内
(72)発明者 高森 晃
大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器
産業株式会社内

(72)発明者 足立 秀人
大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器
産業株式会社内
(72)発明者 田村 雅敏
大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器
産業株式会社内
Fターム(参考) SF047 AA19 BA02 BB03 CA08 FA08
FA51
SF073 EA28 FA22 FA24